

Rec'd PCTO 02 AUG 2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

PCT/JP2004/000166

10/544125

13. 1. 2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年 2月 5日

REC'D 27 FEB 2004

WIPO

PCT

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-028113

[ST. 10/C]: [JP2003-028113]

出 願 人
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

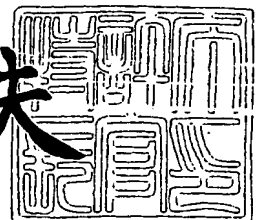
CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 2月13日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号 出証特2004-3009006

【書類名】 特許願

【整理番号】 PA14F540

【提出日】 平成15年 2月 5日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 F02D 13/02

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

 【氏名】 不破 直秀

【特許出願人】

 【識別番号】 000003207

 【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

 【識別番号】 110000028

 【氏名又は名称】 特許業務法人 明成国際特許事務所

 【代表者】 下出 隆史

 【電話番号】 052-218-5061

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 133917

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0105457

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関における充填空気量演算

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 車両に搭載された内燃機関の制御装置であって、
前記内燃機関の燃焼室に接続された吸気経路における新気の流量を測定するための流量センサと、
前記流量センサの測定値及び前記吸気経路内の圧力をパラメータとして含む演算モデルに従って前記燃焼室への充填空気量を演算する充填空気量演算部と、
前記吸気経路内の圧力を測定する圧力センサと、
前記流量センサの測定値と前記圧力センサの測定値とに基づいて前記演算モデルを較正する較正実行部と、
を備える制御装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の制御装置であって、
前記演算モデルは、前記流量センサの出力信号から前記吸気経路内の圧力を予測し、前記予測された圧力を利用して前記燃焼室への充填空気量を計算するモデルであり、
前記較正実行部は、前記予測された圧力と前記圧力センサで測定された圧力とが一致するように前記演算モデルの較正を実行する、制御装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載の制御装置であって、
前記内燃機関は、吸気弁の作用角を変更することによって前記吸気弁の位置における流路抵抗を変更可能な可変動弁機構を備えており、
前記演算モデルにおける前記吸気経路内の圧力と前記充填空気量との関係は、前記吸気弁の作用角を含む複数の運転パラメータで規定される運転条件に応じてそれぞれ設定されている、制御装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載の制御装置であって、
前記較正実行部は、前記演算モデルの較正を実行することによって、前記吸気弁の作用角の大きさと前記吸気弁位置での流路抵抗との関係に関して生じている誤差を補償する、制御装置。

【請求項 5】 請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の制御装置であって、さ

らに、

前記燃焼室内に流入する燃料の供給量を制御するための燃料供給制御部と、
前記燃焼室に接続された排気経路に設けられた空燃比センサと、
を備えており、

前記校正実行部は、前記空燃比センサで測定された空燃比と、前記燃料供給制御部で設定された燃料供給量と、前記流量センサの出力信号に応じて決定される前記充填空気量と、が互いに整合するように、前記測定された空燃比に応じて前記流量センサを校正することが可能であり、前記流量センサの校正の後に前記演算モデルの校正を実行する、制御装置。

【請求項 6】 請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の制御装置であって、
前記校正実行部は、前記内燃機関の回転数と負荷とがそれぞれほぼ一定である期間に前記校正を実行する、制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車両に搭載された内燃機関における充填空気量の演算技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

内燃機関の充填空気量を決定する方法としては、主として以下の 2 つの方法が利用されている。第 1 の方法は、吸気経路に設けられた流量センサ（「エアフローメータ」と呼ばれる）で測定された吸気流量を用いる方法である。第 2 の方法は、吸気経路に設けられた圧力センサで測定された圧力を用いる方法である。また、流量センサと圧力センサの両方を利用して充填空気量をより精度良く求める方法も提案されている（特許文献 1）

【0003】

【特許文献 1】 特開 2001-50090 号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、流量センサや圧力センサなどの測定器は、個々の測定器毎にその特性がかなり異なる場合がある。また、流量センサまたは圧力センサの測定値から充填空気量を算出する際の精度も、内燃機関の構成要素の個体差による影響を受ける。さらに、内燃機関の使用開始時には正確に充填空気量を算出できていた場合にも、経年的な変化によって充填空気量の計算精度が低下してしまう場合がある。このように、従来は、内燃機関の充填空気量を必ずしも精度良く算出できない場合があった。

【0005】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、従来よりも精度良く内燃機関の充填空気量を求めるための技術を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

上記課題を解決するために、本発明による制御装置は、車両に搭載された内燃機関の制御装置であって、

前記内燃機関の燃焼室に接続された吸気経路における新気の流量を測定するための流量センサと、

前記流量センサの測定値及び前記吸気経路内の圧力をパラメータとして含む演算モデルに従って前記燃焼室への充填空気量を演算する充填空気量演算部と、

前記吸気経路内の圧力を測定する圧力センサと、

前記流量センサの測定値と前記圧力センサの測定値とに基づいて前記演算モデルを較正する較正実行部と、

を備える制御装置。

【0007】

この装置によれば、流量センサと圧力センサの測定値に基づいて演算モデルの較正を行うので、内燃機関の構成要素の個体差や、経年変化による誤差を補償することができる。この結果、従来よりも精度良く充填空気量を求めることが可能である。

【0008】

なお、前記演算モデルは、前記流量センサの出力信号から前記吸気経路内の圧

力を予測し、前記予測された圧力を利用して前記燃焼室への充填空気量を計算するモデルであり、前記較正実行部は、前記予測された圧力と前記圧力センサで測定された圧力とが一致するように前記演算モデルの較正を実行するものとしてもよい。

【0009】

このような演算モデルと較正実行部を用いると、予測圧力と、実測圧力との関係に応じて演算モデルを較正できるので、較正自体の精度を高めることができる。

【0010】

前記内燃機関は、吸気弁の作用角を変更することによって前記吸気弁の位置における流路抵抗を変更可能な可変動弁機構を備えており、

前記演算モデルにおける前記吸気経路内の圧力と前記充填空気量との関係は、前記吸気弁の作用角を含む複数の運転パラメータで規定される運転条件に応じてそれぞれ設定されているものとしてもよい。

【0011】

可変動弁機構を備えた内燃機関では、吸気弁の作用角と流路抵抗との関係が個体差や経年変化によって変化し易い傾向にあるので、演算モデルの較正を行うことによる充填空気量演算の精度向上効果が顕著である。

【0012】

前記較正実行部は、前記演算モデルの較正を実行することによって、前記吸気弁の作用角の大きさと前記吸気弁位置での流路抵抗との関係に関して生じている誤差を補償するものとしてもよい。

【0013】

この較正によれば、吸気弁位置における流路抵抗の経年変化を補償することが可能である。

【0014】

上記制御装置は、さらに、

前記燃焼室内に流入する燃料の供給量を制御するための燃料供給制御部と、
前記燃焼室に接続された排気経路に設けられた空燃比センサと、

を備えており、

前記較正実行部は、前記空燃比センサで測定された空燃比と、前記燃料供給制御部で設定された燃料供給量と、前記流量センサの出力信号に応じて決定される前記充填空気量と、が互いに整合するように、前記測定された空燃比に応じて前記流量センサを較正することが可能であり、前記流量センサの較正の後に前記演算モデルの較正を実行するものとしてもよい。

【0015】

この較正では、流量センサの誤差に起因する充填空気量演算の誤差を低減することが可能である。

【0016】

前記較正実行部は、前記内燃機関の回転数と負荷とがそれぞれほぼ一定である期間に前記較正を実行するようにしてもよい。

【0017】

このような期間に較正を実行すれば、正確な較正を行えるので、充填空気量の演算精度を確実に高めることができる。

【0018】

なお、本発明は、種々の態様で実現することが可能であり、例えば、内燃機関の制御装置または制御方法、その制御装置を備えたエンジンや車両、その制御装置または制御方法の機能を実現するためのコンピュータプログラム、そのコンピュータプログラムを記録した記録媒体、等の態様で実現することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について、実施例に基づいて以下の順序で説明する。

- A. 装置構成：
- B. 演算モデル較正の第1実施例：
- C. 演算モデル較正の第2実施例：
- D. 変形例：

【0020】

- A 装置構成：

図1は、本発明の一実施例としての制御装置の構成を示している。この制御装置は、車両に搭載されたガソリンエンジン100を制御する装置として構成されている。エンジン100は、空気（新気）を燃焼室に供給するための吸気管110と、燃焼室から排気を外部に排出するための排気管120とを備えている。燃焼室には、燃料を燃焼室内に噴射する燃料噴射弁101と、燃焼室内の混合気を着火させるための点火プラグ102と、吸気弁112と、排気弁122とが設けられている。

【0021】

吸気管110には、上流側から順に、吸気流量を測定するためのエアフローメータ130（流量センサ）と、吸気流量を調整するためのスロットル弁132と、サージタンク134とが設けられている。サージタンク134には、温度センサ136（吸気温センサ）と、圧力センサ138（吸気圧センサ）とが設けられている。サージタンク134の下流側の吸気経路は、複数の燃焼室に接続された多数の分岐管に別れているが、図1では簡略化されて1本の分岐管のみが描かれている。排気管120には、空燃比センサ126と、排気中の有害成分を除去するための触媒128とが設けられている。なお、エアフローメータ130や圧力センサ138は、他の位置に設けることも可能である。また、本実施例では、燃料を直接燃焼室内に噴射しているが、吸気管110に燃料を噴射するようにしてもよい。

【0022】

エンジン100の吸気動作と排気動作は、吸気弁112と排気弁122の開閉状態によって切り換えられる。吸気弁112と排気弁122には、その開閉タイミングを調整するための可変動弁機構114、124がそれぞれ設けられている。これらの可変動弁機構114、124は、開弁期間の大きさ（いわゆる作用角）と、開弁期間の位置（「開弁期間の位相」あるいは「VVT（Variable Valve Timing）位置」とも呼ぶ）とを変更である。このような可変動弁機構としては、例えば本出願人により開示された特開2001-263015号公報に記載されたものを利用することができる。あるいは、電磁弁を用いて作用角と位相とを変更可能な可変動弁機構を利用することも可能である。

【0023】

エンジン100の運転は、制御ユニット10によって制御される。制御ユニット10は、内部にCPU、RAM、ROMを備えるマイクロコンピュータとして構成されている。この制御ユニット10には、種々のセンサからの信号が供給されている。これらのセンサには、上述したセンサ136, 138, 126の他に、ノックセンサ104と、エンジン水温を検出する水温センサ106と、エンジン回転数を検出する回転数センサ108と、アクセルセンサ109と、が含まれている。

【0024】

制御ユニット10の図示しないメモリには、吸気弁112の開弁期間の位相（すなわちVVT位置）を設定するためのVVTマップ12と、吸気弁112の作用角を設定するための作用角マップ14とが記憶されている。これらのマップは、エンジン100の回転数や負荷、エンジン水温などに応じて可変動弁機構114, 124や点火プラグ102の動作状態を設定するために使用される。制御ユニット10のメモリには、さらに、燃料噴射弁101による燃焼室内への燃料供給量を制御するための燃料供給制御部16と、燃焼室内に流入する空気量を算出するための筒内充填空気量演算部18の機能を実行するプログラムが格納されている。

【0025】

図2は、可変動弁機構114による吸気弁112の開弁／閉弁タイミングの調整の様子を示している。本実施例の可変動弁機構114では、開弁期間の大きさ（作用角） θ は、弁軸のリフト量を変えることによって調整される。また、開弁期間の位相（開弁期間の中心） ϕ は、可変動弁機構114が有するVVT機構（可変バルブタイミング機構）を用いて調整される。なお、この可変動弁機構114は、吸気弁112の作用角と、開弁期間の位相とを独立に変更可能である。従って、エンジン100の運転状態に応じて、吸気弁112の作用角と、開弁期間の位相とがそれぞれ好ましい状態に設定される。排気弁122用の可変動弁機構124も、これと同じ特性を有している。

【0026】

B. 演算モデル較正の第1実施例:

図3は、筒内充填空気量演算部18の構成を示すブロック図である。筒内充填空気量演算部18は、吸気配管モデル22と、吸気弁モデル24と、較正実行部26とを含んでいる。吸気配管モデル22は、エアフローメータ130の出力信号 M_s に基づいて、サージタンク134における吸気圧の推定値 P_e （以下、「推定吸気圧」と呼ぶ）を求めるためのモデルである。吸気弁モデル24は、この推定吸気圧 P_e に基づいて、筒内充填空気量 M_c を求めるためのモデルである。ここで、「筒内充填空気量 M_c 」とは、燃焼室の1回の燃焼サイクルにおいて燃焼室内に導入される空気量を意味している。較正実行部26は、圧力センサ138で測定された吸気圧 P_s （「実測吸気圧」と呼ぶ）と、吸気配管モデル22で得られた推定吸気圧 P_e とに基づいて、吸気弁モデル24の較正を実行する。

【0027】

図4は、吸気配管モデル22と吸気弁モデル24の一例を示している。この吸気配管モデル22は、吸気流量 M_s の他に、前回計算時の筒内充填空気量 $M_{c\#}$ （後述する）と、吸気温度 T_s とを入力として、推定吸気圧 P_e を求めている。吸気配管モデルは、例えば次の(1)式で表すことができる。

【0028】

【数1】

$$\frac{dP_e}{dt} = \frac{RT_s}{V}(M_s - M_c) \quad \dots (1)$$

【0029】

ここで、 P_e は推定吸気圧、 t は時間、 R は気体定数、 T_s は吸気温度、 V はエアフローメータ130以降の吸気管110の全容積、 M_s はエアフローメータ130で測定された吸気流量（モル/秒）、 M_c は筒内充填空気量を単位時間当たりの流量（モル/秒）に換算した値である。(1)式を積分すると、推定吸気圧 P_e は(2)式で与えられる。

【0030】

【数 2】

$$\begin{aligned}
 P_e &= \int dP_e \\
 &= \int \frac{RT_s}{V} (M_s - M_c) dt \\
 &= k \frac{RT_s}{V} (M_s - M_c^{\#}) \Delta t + P_c^{\#} \quad \dots (2)
 \end{aligned}$$

【0031】

ここで、 k は定数、 Δt は (2) 式による計算を実行する周期、 $M_c^{\#}$ は前回計算時の筒内吸気流入量、 $P_e^{\#}$ は前回計算時の推定吸気圧である。(2) 式の右辺の値はそれぞれ既知なので、(2) 式に従って推定吸気圧 P_e を一定の時間 Δt 毎に算出することができる。

【0032】

なお、吸気温度 T_s は吸気管 110 に設けられた温度センサ 136 (図 1) で実測することが好ましいが、外気温を測定する他の温度センサの測定値を、吸気温度 T_s として使用してもよい。

【0033】

吸気弁モデル 24 は、推定吸気圧 P_e と充填効率 η_c との関係を示すマップを有している。すなわち、吸気配管モデル 22 から与えられた推定吸気圧 P_e を吸気弁モデル 24 に入力すると、充填効率 η_c を得ることができる。よく知られているように、充填効率 η_c は (3) 式に従っており、筒内充填空気量 M_c に比例する。

【0034】

【数 3】

$$M_c = k_c \cdot \eta_c \quad \dots (3)$$

【0035】

ここで、 k_c は定数である。推定吸気圧 P_e と充填効率 η_c との関係を示すマップは、運転条件 (N_{en} , θ , ϕ) に応じて複数枚用意されており、運転条件に応じた適切なマップが選択されて使用される。この実施例では、吸気弁モデル 2

4 で使用する運転条件は、エンジン回転数 N_{en} と、吸気弁 112 の作用角 θ および位相 ϕ (図 2) と、の 3 つの運転パラメータで規定されている。

【0036】

図 4 (B) は、作用角 θ をパラメータとした吸気弁モデル 24 のマップの一例を示している。ここでは、作用角 θ 毎に、推定吸気圧 P_e と充填効率 η_c との関係が設定されている。このようなマップを用いることによって、推定吸気圧 P_e から充填効率 η_c を求めることができる。

【0037】

なお、吸気弁モデル 24 において、充填効率 η_c はパラメータ P_e , N_{en} , θ , ϕ に依存するので、この充填効率 η_c は、次の (4) 式で示すようにこれらのパラメータの関数である。

【0038】

【数 4】

$$\eta_c = \eta_c(P_e, N_{en}, \theta, \phi) \quad \dots (4)$$

【0039】

筒内充填空気量 M_c は、例えば以下の (5) 式で書き表すことができる。

【0040】

【数 5】

$$M_c = k_c \cdot \eta_c = \frac{T_s}{T_c} (k_a \cdot P_e - k_b) \quad \dots (5)$$

【0041】

ここで、 T_s は吸気温度、 T_c は筒内ガス温度、 k_a , k_b は係数である。これらの係数 k_a , k_b は、運転条件 (N_{en} , θ , ϕ) に応じてそれぞれ適した値に設定される。(5) 式を用いる場合には、吸気温度 T_s や筒内ガス温度 T_c の測定値または推定値と、運転条件に応じて決定されるパラメータ k_a , k_b とを用いて、推定吸気圧 P_e から充填効率 η_c を算出することが可能である。

【0042】

筒内充填空気量 M_c は、上記 (2) 式と (5) 式を用いて演算することが可能

である。この場合には、まず、(2) 式の吸気配管モデル 22 に従って推定吸気圧 P_e を算出する。この際、前回計算時において (5) 式の吸気弁モデル 24 に従って得られた筒内充填空気量 $Mc\#$ の値が利用される。そして、この推定吸気圧 P_e を用いて、(5) 式の吸気弁モデル 24 に従って今回の筒内充填空気量 Mc (または充填効率 η_c) が算出される。

【0043】

上記の説明から理解できるように、本実施例の演算モデルでは、吸気配管モデル 22 による推定吸気圧 P_e の演算は、吸気弁モデル 24 による演算結果 $Mc\#$ を利用している。従って、吸気弁モデル 24 に誤差が発生していると、推定吸気圧 P_e の値にも誤差が生じることになる。

【0044】

ところで、吸気弁モデル 24 は、可変動弁機構を有する吸気弁を利用する場合には、経年的に変化する可能性が高い。この理由の 1 つは、吸気弁の弁体と燃焼室の吸気口との間の隙間にデポジットが付着し、この結果、弁開度と流路抵抗との関係が変わってしまうことにある。このような弁位置における流路抵抗の経年変化は、特に作用角 θ (図 2) が小さい運転状態において影響が大きい。一方、可変動弁機構を備えていない通常の吸排気弁 (オン/オフ動作のみを行う弁) では、作用角 θ が変更できないので、このような問題は少ない。従って、弁位置における流路抵抗の経年変化は、可変動弁機構においてより大きな問題となる。

【0045】

また、作用角 θ を変更可能な可変動弁機構の中には、図 2 に例示したようにリフト量の変更に応じて作用角 θ が変更される第 1 のタイプと、リフト量の最大値が一定に維持されて作用角 θ のみが変わる第 2 のタイプとが存在する。弁位置における流路抵抗の経年変化は、特にこの第 1 のタイプの可変動弁機構において特に顕著である。

【0046】

このように、エンジンの吸気系の経年変化によって、吸気配管モデル 22 や吸気弁モデル 24 に誤差を生じる場合がある。また、エンジンの個体差や、センサ 139、138 の個体差によっても吸気配管モデル 22 や吸気弁モデル 24 に誤

差が生じる場合がある。そこで、本実施例では、これらのモデル 22, 24 を車両の運転中に較正することによって、その誤差を補償している。

【0047】

図 5 は、第 1 実施例において筒内充填空気量 M_c の演算モデルの較正を実行するルーチンを示すフローチャートである。このルーチンは、所定の時間毎に繰り返し実行される。

【0048】

ステップ S1 では、較正実行部 26 が、エンジン 100 の運転が定常状態にあるか否かを判断する。ここで、「定常状態」とは、エンジン 100 の回転数と負荷（トルク）とがそれぞれほぼ一定であることを意味する。具体的には、所定の時間間隔（例えば約 3 秒）の間に、エンジンの回転数と負荷とがそれらの平均値の $\pm 5\%$ の範囲に収まっている場合に、「定常状態」にあると判定することができる。

【0049】

定常状態に無い場合には図 5 のルーチンを終了し、一方、定常状態にある場合にはステップ S2 以降の較正処理を実行する。ステップ S2 では、エアフローメータ 130 で測定された吸気流量 M_s （図 3）に基づいて吸気配管モデル 22 に従って推定吸気圧 P_e を求め、これと、圧力センサ 138 で測定された実測吸気圧 P_s とを比較する。そして、推定吸気圧 P_e が実測吸気圧 P_s 未満の場合にはステップ S4 の較正処理を実行し、推定吸気圧 P_e が実測吸気圧 P_s を越える場合にはステップ S5 の較正処理を実行する。

【0050】

図 6 は、ステップ S4, S5 における較正処理の一例を示す説明図である。この図は吸気弁モデル 24 の特性を示しており、横軸は吸気圧 P_e 、縦軸は充填効率 η_c である。較正処理が行われる場合には、エンジン 100 は定常状態にあるので、エアフローメータ 130 によって測定された吸気流量 M_s は、筒内充填空気量 M_c に比例する。そこで、充填効率 η_c の値は、エアフローメータ 130 で得られた吸気流量 M_s を所定の定数で除算することによって得ることができる。推定吸気圧 P_e を上記（2）式で求めるときには、この充填効率 η_c （ $=M_c /$

k_c) を用いるので、吸気弁モデル 24 における推定吸気圧 P_e と充填効率 η_c との関係は、補正前の初期特性（実線で示す）上にある。しかし、実測吸気圧 P_s は、この推定吸気圧 P_e と一致しない場合がある。そこで、ステップ S4, S5 では、推定吸気圧 P_e が実測吸気圧 P_s と一致するように、吸気弁モデル 24 の特性を補正している。具体的には、図 6 の例のように、推定吸気圧 P_e が実測吸気圧 P_s 未満の場合には、ステップ S4 において、推定吸気圧 P_e を上昇させる方向に吸気弁モデル 24 を修正する。一方、推定吸気圧 P_e が実測吸気圧 P_s を越える場合には、ステップ S5 において、推定吸気圧 P_e を低下させる方向に吸気弁モデル 24 を修正する。なお、本実施例では、吸気弁モデル 24 は上記 (5) 式で表されるので、吸気弁モデル 24 の較正は、係数 k_a , k_b を修正することを意味している。

【0051】

ステップ S6 では、こうして較正された吸気弁モデル 24 を、そのときの運転条件別に記憶する。具体的には、(5) 式の係数 k_a , k_b が、図 5 のルーチンを実行したときの運転条件に対応付けられて、制御ユニット 10 内の図示しない不揮発性メモリに格納される。これ以降は較正後のモデルが使用されるので、筒内充填空気量 M_c をより精度良く求めることができる。また、車両の運転時には、エンジンの回転数や負荷が徐々に変化していることが多い。このような場合にも、較正後のモデル 22, 24 を利用すれば、エアフローメータ 130 による実測吸気流量 M_s に基づいて、筒内充填空気量 M_c を正しく演算することが可能である。

【0052】

なお、ある運転条件で行った筒内空気量演算モデルの較正内容を、これと近似する他の運転条件に対する係数 k_a , k_b に適用するようにしてもよい。例えば、筒内空気量演算モデル 22, 24 の特性が、3 つの運転パラメータ（エンジン回転数 N_{en} , 吸気弁の作用角 θ , 吸気弁の開弁期間の位相 ϕ ）で規定される運転条件に対応付けられているときに、各運転パラメータの $\pm 10\%$ 以内の範囲にある他の運転条件における筒内空気量演算モデルの特性を、同一またはほぼ同一の補正量だけ較正しても良い。こうすれば、近似した他の運転条件における筒内空

気量演算モデルを適切に較正することが可能である。

【0053】

以上のように、第1実施例では、車両の運転中においてエンジンがほぼ定常運転状態にあるときに、推定吸気圧 P_e と実測吸気圧 P_s との比較に基づいて筒内充填空気量演算モデルを較正するようにしたので、エンジンやセンサなどの構成部品の個体差や、弁位置における流路抵抗の経年変化などに起因する誤差を補償することができる。この結果、各車両毎に、筒内充填空気量の測定精度を向上させることが可能である。

【0054】

C. 演算モデル較正の第2実施例:

図7は、第2実施例において筒内充填空気量 M_c の演算モデルの較正を実行するルーチンを示すフローチャートである。このルーチンは、図5に示した第1実施例のルーチンのステップS1とステップS2との間にステップS10を追加したものである。

【0055】

ステップS10では、エアフローメータ130で測定される吸気流量 M_s が補正される。具体的には、定常運転状態において、空燃比センサ126(図1)で測定された空燃比と、燃料噴射弁101による燃料噴射量と、エアフローメータ130で測定された吸気流量 M_s (= M_c)とが整合するように、エアフローメータ130が較正される。ステップS2以降の処理では、こうして補正されたエアフローメータ130による実測吸気流量 M_s を用いて、第1実施例と同様に、筒内充填空気量モデルの較正が実行される。

【0056】

図8は、エアフローメータ130による実測吸気流量 M_s の誤差に起因する推定吸気圧 P_e の算出誤差を示している。ここでは、エンジンは定常運転状態にあると仮定しているので、エアフローメータ130での実測吸気流量 M_s は、筒内充填空気量 M_c (すなわち充填効率 η_c)に比例する。図3、図4で説明したように、吸気配管モデル22で得られる推定吸気圧 P_e は、この実測吸気流量 M_s に基づいて決定される。従って、実測吸気流量 M_s が真の値からずれていると、

推定吸気圧 P_e に誤差（ずれ）が生じる。この推定吸気圧 P_e のずれは、通常運転時における筒内充填空気量 M_c の演算誤差を生じさせる。そこで、第2実施例では、筒内充填空気量 M_c の演算モデルを較正する前に、正確な吸気流量 M_s が得られるようにエアフローメータ 130 を較正している。この結果、筒内充填空気量 M_c をより精度良く演算することが可能である。

【0057】

なお、エアフローメータ 130（一般には吸気流量センサ）の較正は、空燃比センサ 126 以外のセンサの出力に基づいて行ってもよい。例えば、トルクセンサ（図示せず）で測定されたトルクに基づいて吸気流量センサの較正を行っても良い。

【0058】

D. 変形例：

なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0059】

D1. 変形例：1

上記各実施例で利用した筒内充填空気量モデルの式（1）～（5）は単なる一例であり、これ以外の種々のモデルを採用することが可能である。また、筒内充填空気量モデルに対応付けられる運転条件を規定する運転パラメータとしては、上述した3つのパラメータ（エンジン回転数 N_{en} 、吸気弁の作用角 θ 、吸気弁の開弁期間の位相 ϕ ）以外の他のパラメータを利用することも可能である。例えば、排気弁の作用角やその開弁期間の位相も、運転条件を運転パラメータとして利用することができる。

【0060】

D2. 変形例：2

上記実施例では、エアフローメータ 130 の実測吸気流量 M_s から、圧力センサ 138 で測定される吸気圧 P_s の推定値 P_e を求め、この推定値 P_e から筒内充填空気量 M_c を演算するモデルを用いていたが、これ以外の演算モデルを利用

することも可能である。すなわち、筒内充填空気量の演算モデルとしては、流量センサで測定された流量以外のパラメータから吸気経路内の圧力を推定し、推定された圧力と流量センサの測定値とをパラメータとして筒内充填空気量を演算するモデルを利用することができる。

【0061】

また、上記実施例では、演算モデルの較正は、エアフローメータ130の実測吸気流量 M_s から、圧力センサ138で測定される吸気圧 P_s の予測値 P_e を求め、これらの圧力 P_s 、 P_e に基づいて行っていたが、これ以外の方法で演算モデルを較正することも可能である。より一般的に言えば、吸気流量を測定するための流量センサの出力信号と、吸気配管の圧力を測定するための圧力センサの出力信号とに基づいて、筒内充填空気量の演算モデルの較正を実行するものとしてもよい。このような演算モデルの較正は、エンジンがほぼ定常運転状態にあるときに行うことが好ましいが、一般には車両の運行中に行うことが可能である。

【0062】

D3. 変形例: 3

本発明は、可変動弁機構を備えた内燃機関に限らず、開弁特性を変更できない内燃機関にも適用可能である。但し、第1実施例で説明したように、本発明は、特に、可変動弁機構を備えた内燃機関において特に効果が顕著である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施例としての制御装置の構成を示す概念図。

【図2】 可変動弁機構114による吸気弁112の開弁／閉弁タイミングの調整の様子を示す図。

【図3】 筒内充填空気量演算部18の構成を示すブロック図。

【図4】 吸気配管モデル22と吸気弁モデル24の一例を示す説明図。

【図5】 第1実施例におけるモデルの較正手順を示すフローチャート。

【図6】 ステップS4、S5における較正処理の一例を示す説明図。

【図7】 第2実施例におけるモデルの較正手順を示すフローチャート。

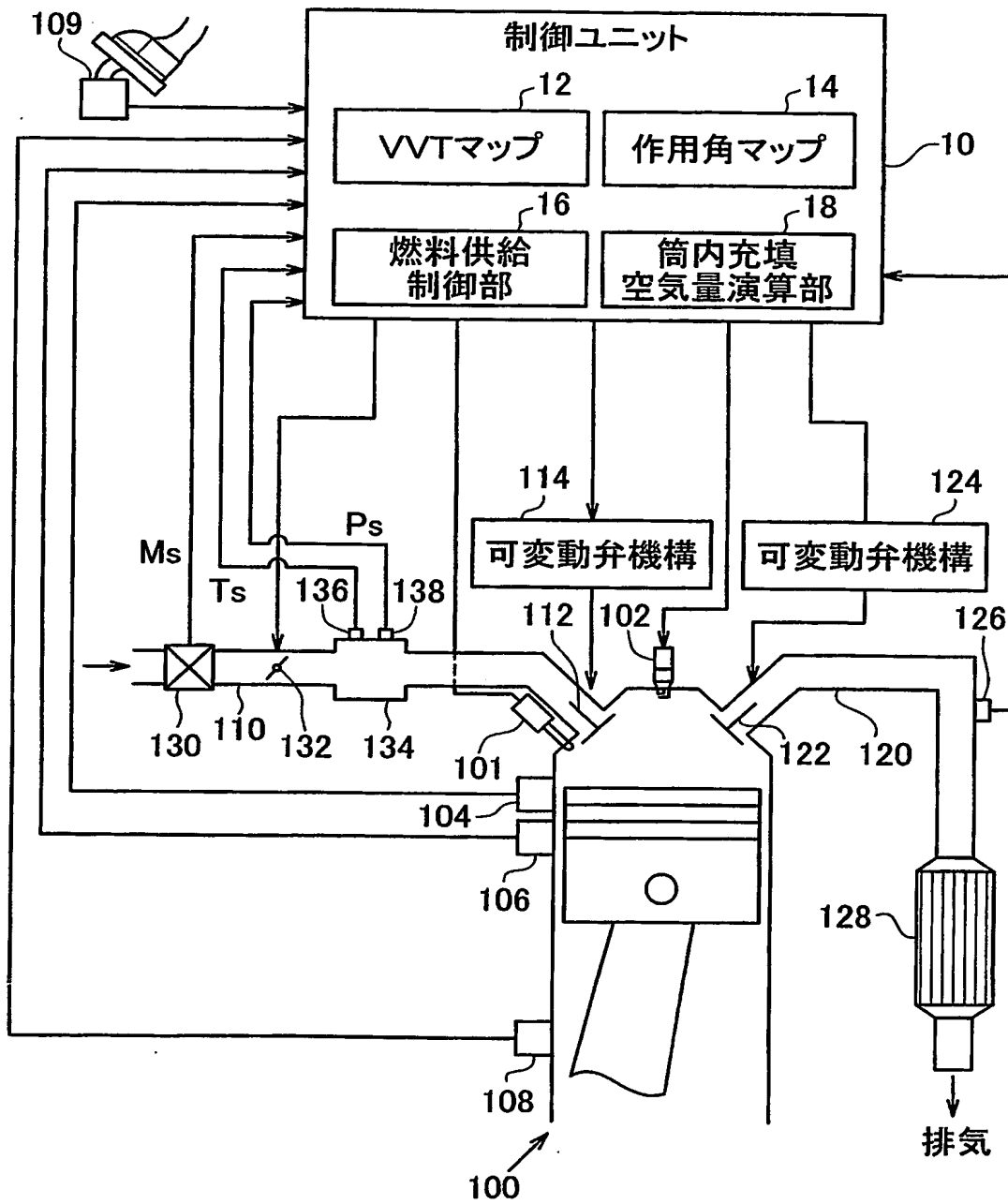
【図8】 エアフローメータ130による実測吸気流量 M_s の誤差に起因する推定吸気圧 P_e の算出誤差を示す説明図。

【符号の説明】

- 1 0 …制御ユニット
- 1 2 …V V Tマップ
- 1 4 …作用角マップ
- 1 6 …燃料供給制御部
- 1 8 …筒内充填空気量演算部
- 2 2 …吸気配管モデル
- 2 4 …吸気弁モデル
- 2 6 …較正実行部
- 1 0 0 …ガソリンエンジン
- 1 0 1 …燃料噴射弁
- 1 0 2 …点火プラグ
- 1 0 4 …ノックセンサ
- 1 0 6 …水温センサ
- 1 0 8 …回転数センサ
- 1 0 9 …アクセルセンサ
- 1 1 0 …吸気管
- 1 1 2 …吸気弁
- 1 1 4 …可変動弁機構
- 1 2 0 …排気管
- 1 2 2 …排気弁
- 1 2 4 …可変動弁機構
- 1 2 6 …空燃比センサ
- 1 2 8 …触媒
- 1 3 0 …エアフローメータ
- 1 3 2 …スロットル弁
- 1 3 4 …サージタンク
- 1 3 6 …温度センサ
- 1 3 8 …圧力センサ

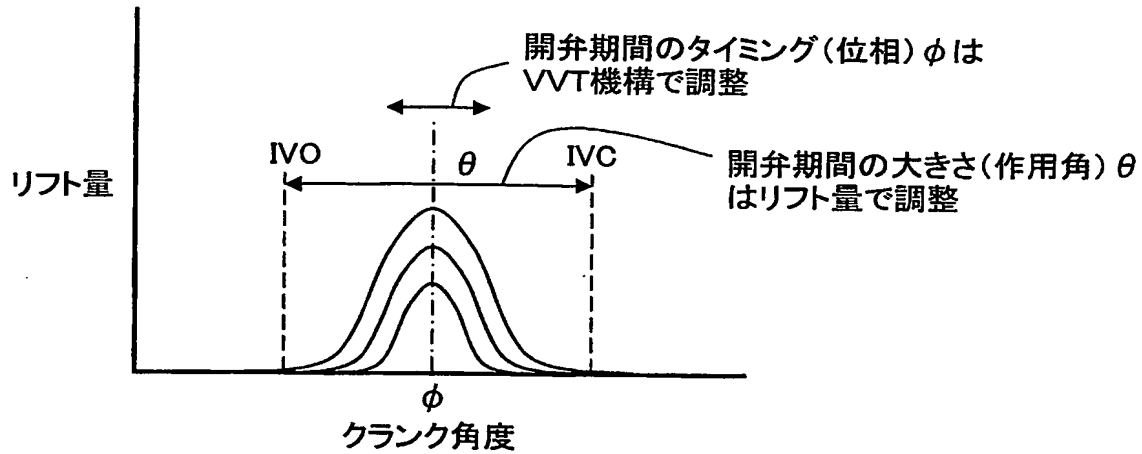
【書類名】 図面

【図 1】

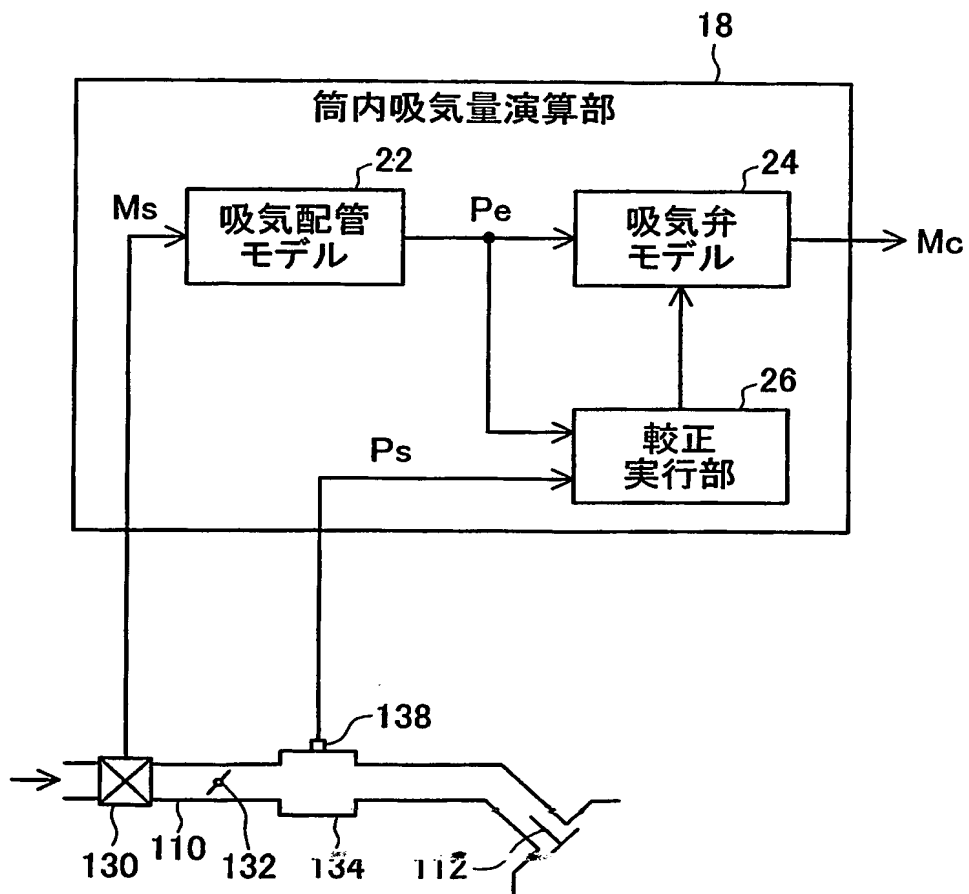


【図 2】

可変動弁機構による吸気弁の開弁／閉弁タイミング調整

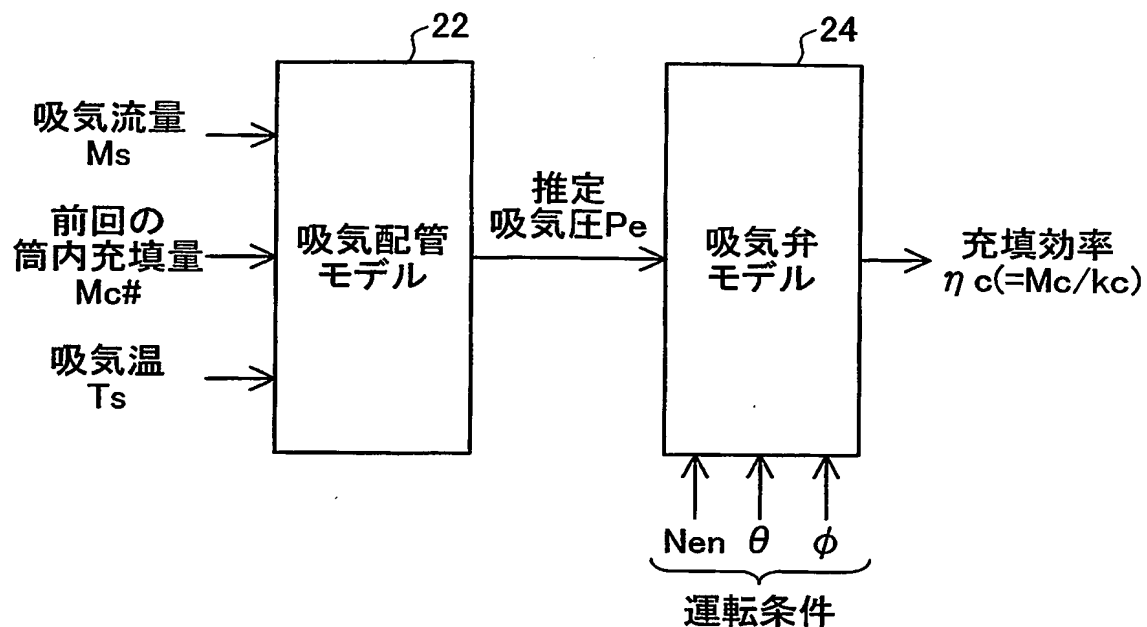


【図 3】

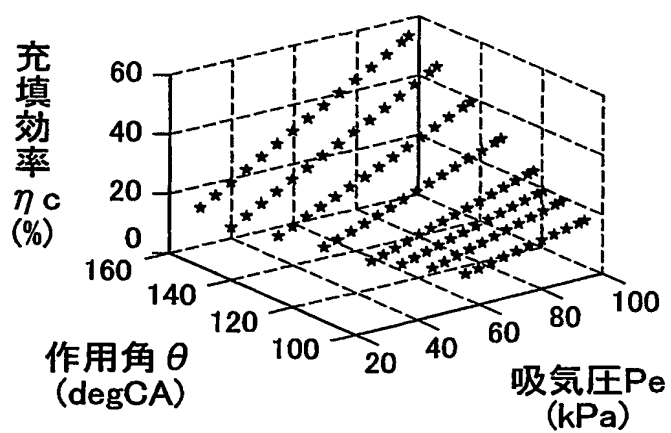


【図4】

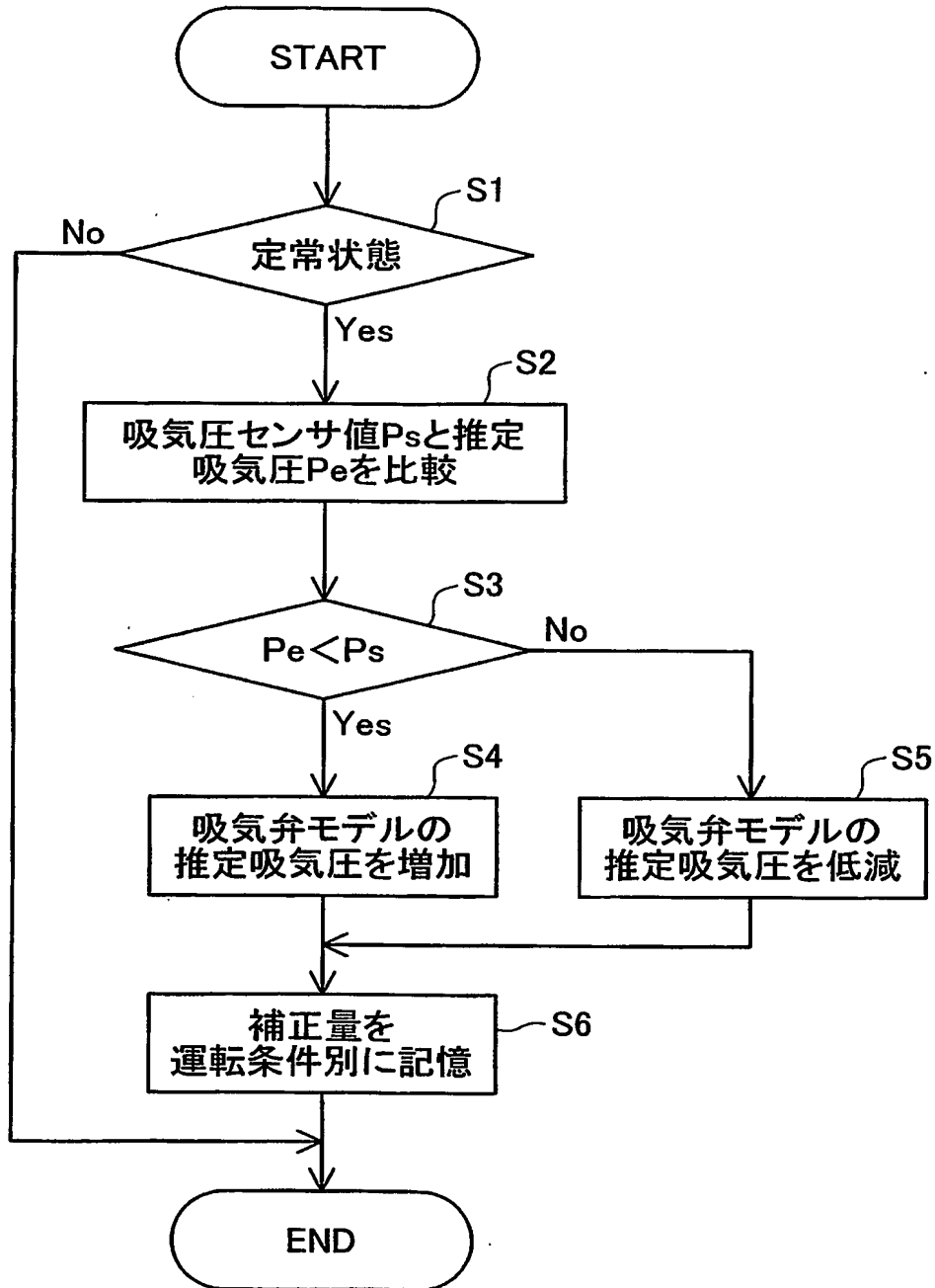
(A) 演算モデルの例



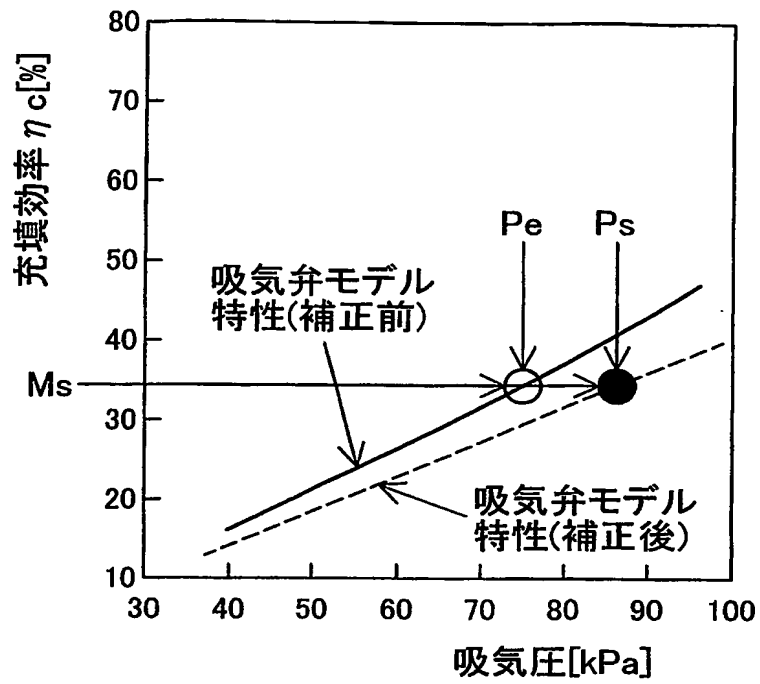
(B) 吸気弁モデル



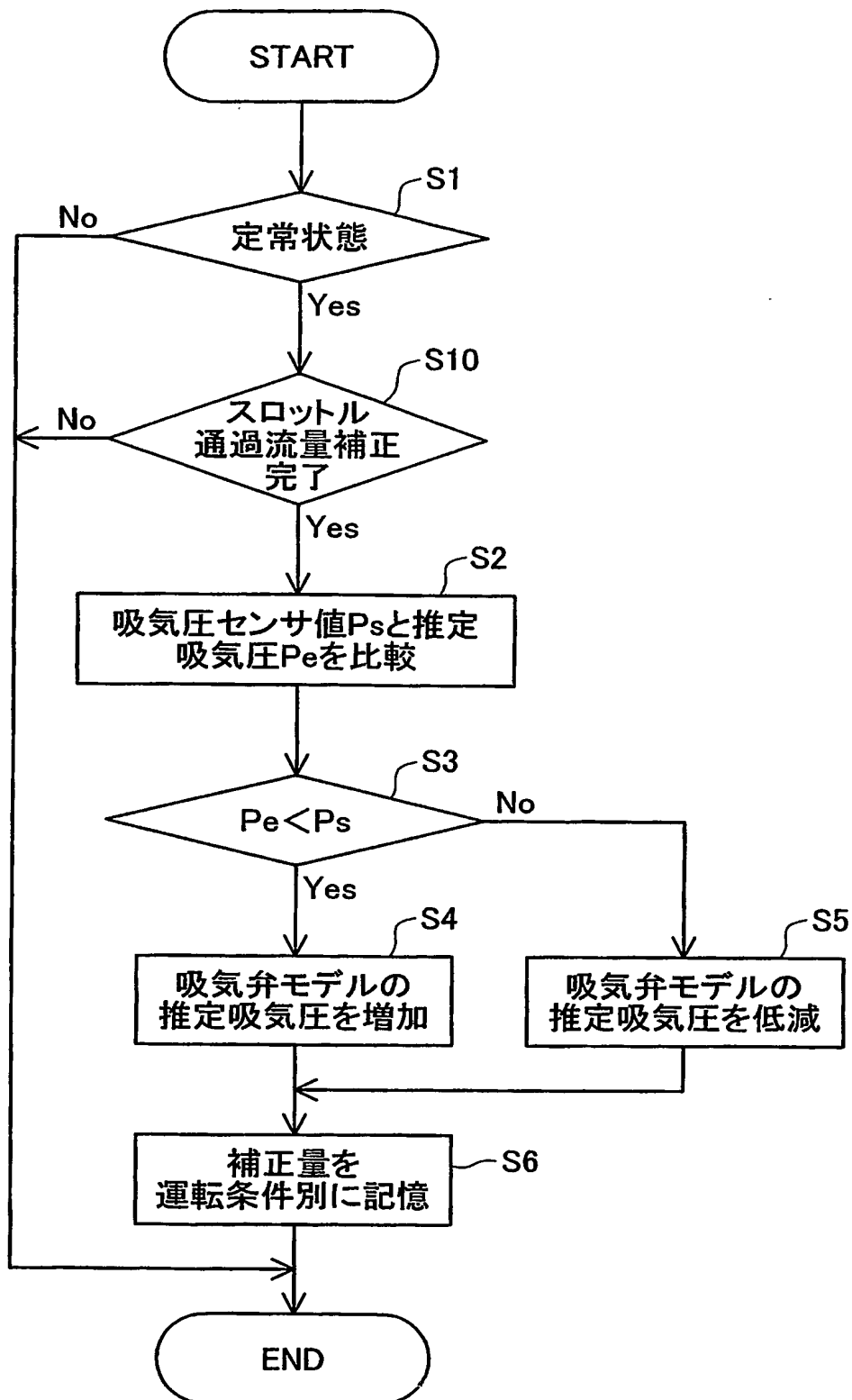
【図 5】



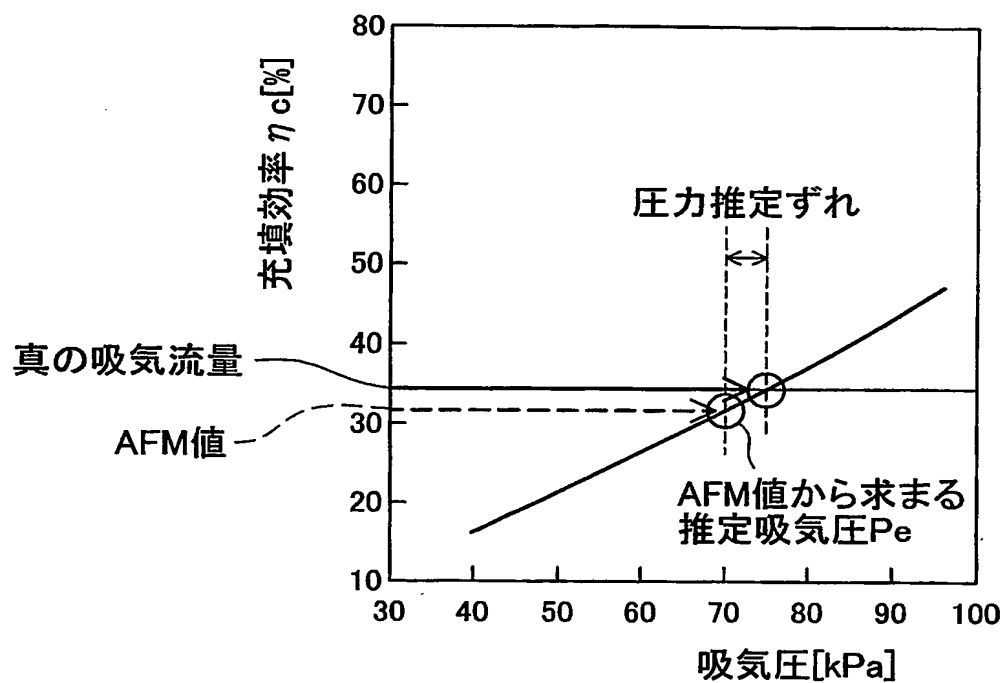
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来よりも精度良く内燃機関の充填空気量を求める技術を提供する。

【解決手段】 筒内空気充填量の演算モデル 22, 24 は、吸気流量 M_s に基づいて推定吸気圧 P_e を求め、この推定吸気圧 P_e から充填空気量 M_c を求めるモデルである。較正実行部 26 は、車両の運行中において、推定吸気圧 P_e と実測吸気圧 P_s との関係に基づいてこの演算モデルを較正する。

【選択図】 図 3

特願 2 0 0 3 - 0 2 8 1 1 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 2 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社